

## Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang

Jatmiko Wahyudi<sup>1\*</sup>, Wusana A Wibowo<sup>2</sup>, Yulian A Rais<sup>2</sup>, Atika Kusumawardani<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Kantor Penelitian dan Pengembangan Kabupaten Pati  
Jl. Panglima Sudirman No.26 Pati, Jawa Tengah  
E-mail: jatkiko\_tkuns@yahoo.com

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A Surakarta, Jawa Tengah

### Abstract

*As an organic waste, banana peels contain enough of starch, that can be converted to glucose by hydrolysis reaction. The objectives of this research were not only to study the effect of temperature and time reaction but also to determine reaction rate constant ( $k'$ ) on hydrolysis reaction. In this research, banana peels were processed to produce glucose by acid hydrolysis using HCl as catalyst, ratio of solid-aquadest was 1:10, mass of solid was 25 grams, size of solid was 80 mesh, mixing speed was 350 rpm, and reaction times were 30 - 180 minutes. A 50 mL HCl 0.15 N was added into reactor. Reaction temperatures were varied at 29°C (room temperature), 60°C, 101°C (boiling temperature). Samples were taken every 30 minutes and glucose concentrations were analyzed by Lane-Eynon method. We found that the highest glucose concentration was 0.292 mol/L at 60 °C and 180 minutes reaction time. The value of hydrolysis reaction rate constant ( $k'$ ) as a function of temperature was  $6.499 \times 10^{-3} \cdot e^{-96,662/T}$  minutes<sup>-1</sup>.  
Keywords : banana peels, hydrolysis, glucose, reaction rate constant*

### Pendahuluan

Tanaman Pisang (*Musaceae* sp) merupakan tanaman penghasil buah yang banyak terdapat di Indonesia. Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan tera raksasa berdaun besar memanjang dari suku Musaceae. Buahnya banyak disukai untuk dikonsumsi secara langsung atau diolah menjadi produk konsumsi lain seperti sale pisang, kripik pisang, selai pisang, dan lain sebagainya.

Pisang merupakan salah satu komoditas buah unggulan Indonesia. Luas panen dan produksi pisang selalu menempati posisi pertama. Produksi pisang sebagian besar dipanen dari pertanaman kebun rakyat. Data produksi buah pisang di Indonesia pada tahun 2005-2008 disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. produksi buah Pisang di Indonesia

| Tahun | Produksi (ton) |
|-------|----------------|
| 2005  | 4 874 439      |
| 2006  | 5 177 608      |
| 2007  | 5 037 472      |
| 2008  | 5 454 226      |

([www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), 2009)

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa produksi pisang di Indonesia cukup besar. Misal pada tahun 2008, produksi pisang mencapai 5.454.226 ton. Sementara produksi pisang di propinsi Jawa Tengah pada tahun 2008 mencapai 831.158 ton ([www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), 2009). Tingginya potensi produksi

buah pisang sebanding dengan potensi kulit pisang yang dihasilkan.

Selama ini limbah kulit pisang umumnya digunakan sebagai makanan ternak dan kadang hanya dibuang begitu saja menjadi sampah. Hal ini akan menimbulkan kerugian, karena kulit pisang akan terbuang sia-sia dan bahkan hanya menjadi limbah yang akan mengganggu masyarakat.

Komposisi kulit pisang mengandung air sebesar 68,90 % dan karbohidrat sebesar 18,50 % (Suprati, 2005). Karbohidrat pada kulit pisang dapat diubah menjadi etanol melalui proses hidrolisa dan fermentasi. Dengan proses ini kulit pisang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya.

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh temperatur dan waktu reaksi pada proses hidrolisa kulit pisang, khususnya mengetahui kondisi operasi optimum hidrolisa, serta mengetahui tetapan kecepatan reaksi ( $k$ ) hidrolisa pati kulit pisang pada variasi temperatur.

Pada penelitian ini kulit pisang diubah menjadi glukosa melalui proses hidrolisis dengan katalis HCl dengan perbandingan solid : aquades 1:10, massa solid 25 gram, ukuran padatan 80 mesh dan kecepatan pengadukan 350 rpm. Kulit pisang yang digunakan adalah kulit pisang raja.

### Landasan Teori

Menurut Groggins, (1958), hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi ini merupakan reaksi orde satu, karena air yang digunakan berlebih,

sehingga perubahan air dapat diabaikan. Ada beberapa hidrolisa yaitu:

1. Hidrolisa murni, sebagai reaktan hanya air.
2. Hidrolisa dengan katalis larutan asam, bisa berupa asam encer atau asam pekat.
3. Hidrolisa dengan katalis larutan basa, bisa berupa basa encer atau basa pekat.
4. Hidrolisa dengan menggunakan katalis enzim.
5. *Alkali fussion*, dengan sedikit atau tanpa air pada temperatur tinggi.

Zat – zat penghidrolisa:

#### 1) Air

Kelemahan zat penghidrolisa ini adalah prosesnya lambat kurang sempurna dan hasilnya kurang baik. Biasanya ditambahkan katalisator dalam industri. Zat penghidrolisa air ditambah zat-zat yang sangat reaktif. Untuk mempercepat reaksi dapat juga digunakan uap air pada temperatur tinggi.

#### 2) Asam

Asam biasanya berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air dari kadar asam yang encer. Umumnya kecepatan reaksi sebanding dengan ion  $H^+$  tetapi pada konsentrasi yang tinggi hubungannya tidak terlihat lagi. Di dalam industri asam yang dipakai adalah  $H_2SO_4$ ,  $HCl$ .  $H_2C_2O_4$  jarang dipakai karena harganya mahal,  $HCl$  lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan  $H_2SO_4$ .

#### 3) Basa

Basa yang dipakai adalah basa encer, basa pekat dan basa padat. Reaksi bentuk padat sama dengan reaksi bentuk cair. Hanya reaksinya lebih sempurna atau lebih reaktif dan hanya digunakan untuk maksud tertentu, misalnya proses peleburan benzene menjadi phenol.

#### 4) Enzim

Suatu zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme, biasanya digunakan sebagai katalisator pada proses hidrolisa. Penggunaan dalam industri misalnya pembuatan alkohol dari tetes tebu oleh enzim.

Hidrolisa dengan air murni berlangsung lambat dan hasil reaksi tidak komplit, sehingga perlu ditambahkan katalis asam untuk mempercepat reaksi dan meningkatkan selektivitas (Groggins, 1958). Laju proses hidrolisa akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi. Konsentrasi asam yang tinggi juga akan mengakibatkan terikatnya ion-ion pengontrol seperti  $SiO_2$ , Fosfat, dan garam-garam seperti  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Na$ ,  $K$  dalam pati (Kirk, and Othmer, 1950).

Asam khlorida ( $HCl$ ) merupakan asam yang paling sering digunakan sebagai katalis terutama untuk industri makanan karena sifatnya mudah menguap sehingga memudahkan pemisahan dari produknya. Selain itu asam tersebut dapat menghasilkan produk yang berwarna terang. Penggunaan  $HCl$  sebagai katalis karena harganya murah, mudah diperoleh dan memiliki efektifitas yang tinggi dalam meningkatkan kecepatan reaksi.

BeMiller (1965) melakukan hidrolisis pati kentang dengan asam  $HCl$  0,2 M yang dipanaskan pada  $45^\circ C$ .; dan Indrawati. (2009) menghidrolisis sagu menjadi glukosa dengan waktu idrolisis 20 menit dan, konsentrasi  $HCl$  0,01 N, 0,1 N, 1 N.

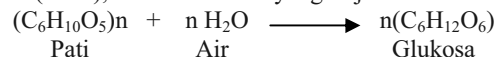
Proses hidrolisa pati dengan menggunakan asam dipengaruhi oleh ukuran bahan, konsentrasi asam, suhu, waktu, ratio bahan dan pengadukan. Suhu berpengaruh terhadap konstanta kecepatan reaksi. Jika suhu tinggi, konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar sehingga reaksi dapat semakin cepat. (Kirk, and Othmer, 1983).

Gusmarwani dkk, (2009) meneliti pengaruh suhu pada hidrolisis bonggol pisang dengan katalis asam sulfat dan diperoleh suhu optimal yaitu  $120^\circ C$ . Tewari, H. K., et. all, (1986) meneliti hidrolisa kulit pisang dengan katalis asam sulfat selama 15 menit, hasil penelitian menunjukkan pada tekanan 15 psi diperoleh glukosa maksimum lebih besar daripada hidrolisa pada tekanan 10 psi. Menurut persamaan gas ideal, tekanan berbanding lurus dengan suhu sehingga kenaikan tekanan menyebabkan kenaikan suhu.

Gusmarwani dkk, (2009) meneliti pengaruh perbandingan solid dan waktu reaksi pada hidrolisis bonggol pisang pada suhu  $120^\circ C$ . Glukosa maksimum yang terbentuk terjadi pada hidrolisis dengan perbandingan solid:liquid 1:5 dengan variasi perbandingan solid antara 1:4,375 – 1:6,25. Waktu reaksi optimum dicapai pada 80 menit pada rentang variasi 10-90 menit.

Waktu hidrolisis yang semakin lama akan memperbanyak jumlah tumbukan zat- zat pereaksi sehingga molekul-molekul yang bereaksi semakin banyak dan memperbanyak hasil yang terbentuk Rasio bahan yang semakin besar berdampak konsentrasi glukosa hasil hidrolisis semakin banyak pula. Karena dengan semakin besar rasio bahan semakin besar pula bahan yang bereaksi dengan larutan sehingga dihasilkan pula hasil yang semakin banyak (Supranto, 1998).

**Tinjauan Kinetika Reaksi Hidrolisa.** Menurut Matz (1970), reaksi hidrolisa yang terjadi :



Dari persamaan reaksi diatas bila dianggap sebagai reaksi elementer dan reaksi samping diabaikan, maka persamaan kecepatan reaksi adalah

$$-r_A = k.C_A.C_B^n \quad (1)$$

Bila dibuat konsentrasi B sangat besar, maka konsentrasi B dapat dianggap bernilai konstan untuk setiap nilai n. Maka persamaan (1) menjadi :

$$-r_A = k'.C_A \quad \text{dengan} \quad k' = k.C_B^n$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = k'.C_A \quad (2)$$

karena  $C_A = C_{A0} (1-x)$  maka persamaan (2) menjadi :

$$\begin{aligned}
 -\frac{dC_{A0}(1-x)}{dt} &= k' \cdot C_{A0} \cdot (1-x) \\
 -C_{A0} \cdot \frac{d(1-x)}{dt} &= k' \cdot C_{A0} \cdot (1-x) \\
 -\frac{d(1-x)}{dt} &= k' \cdot (1-x) \\
 -\frac{d(1-x)}{(1-x)} &= k' \cdot dt \quad (3)
 \end{aligned}$$

Jika diintegrasikan dengan batasan  $t = 0, x = 0$  dan  $t = t, x = x$ , maka persamaan (3) menjadi:

$$-\ln(1-x) = k' \cdot t + C \quad (4)$$

Persamaan (4) menunjukkan hubungan antara konversi reaksi dengan waktu. Dengan  $x$  adalah konversi reaksi yang menyatakan perbandingan jumlah glukosa hasil reaksi dengan jumlah pati mula-mula, dan  $C$  adalah suatu konstanta (Levenspiel, 1972).

Tinjauan kinetika reaksi pada hidrolisa tersebut berhubungan dengan persamaan Arrhenius :

$$k' = A \cdot e^{-E_A/RT} \quad (5)$$

## Metodologi

### 1. Analisa kadar pati

Metode yang digunakan untuk menganalisa kadar pati mengacu pada buku Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian (Sudarmadji, 1997). 10 gram kulit pisang yang sudah dihaluskan dan dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan menambahkan 100 ml HCl 1 N. Melakukan hidrolisa selama 1 jam pada titik didih campuran. Menyaring larutan hasil hidrolisa lalu mengambil 1 ml larutan untuk diencerkan menjadi 100 ml dengan aquadest dalam labu takar dan memasukkannya ke dalam buret. Mengambil 5 ml Fehling A dan Fehling B, memasukkan dalam erlenmeyer, dan menambahkan 15 ml larutan filtrat. Memanaskan diatas kompor sampai mendidih kemudian menambahkan 3 tetes methyl blue dan menitrasi dengan filtrat larutan hasil hidrolisis. Titrasi dihentikan bila telah muncul endapan berwarna merah bata. Mencatat volume glukosa cair yang digunakan. Kadar pati adalah 0,9 kali dari kadar glukosa yang diperoleh.

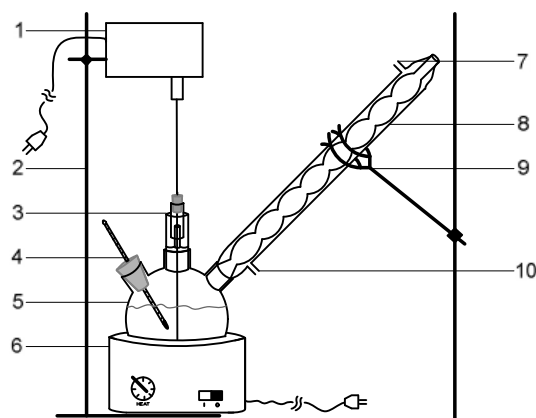
### 2. Proses Hidrolisis dengan Asam (HCl)

25 gram kulit pisang yang telah dihaluskan dengan ukuran 80 mesh dicampurkan dengan 250 ml aquades. Kulit pisang dan aquades diblender agar pencampuran maksimal dan larutan lebih homogen. Selanjutnya bahan baku dimasukkan ke alat hidrolisa dan ditambahkan 50 ml HCl 0,15 N, dengan kecepatan pengadukan konstan 350 rpm. Larutan dipanaskan sampai suhu 101°C dan suhu dijaga konstan.

Pengambilan sampel dilakukan setiap 30 menit sampai 180 menit. Konsentrasi glukosa dalam sampel dianalisa dengan metode Lane and Eynon.

Percobaan diulangi untuk suhu yang berbeda sehingga didapat hasil percobaan untuk variasi suhu 29 °C (tanpa pemanasan), 60°C dan 101°C.

Rangkaian alat hidrolisa ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. Rangkaian Alat Hidrolisa

Keterangan :

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Motor pengaduk   | 6. Pemanas mantel       |
| 2. Klem             | 7. Air pendingin keluar |
| 3. Pengaduk merkuri | 8. Pendingin bola       |
| 4. Termometer       | 9. Statif               |
| 5. Labu Leher tiga  | 10. Air pendingin masuk |

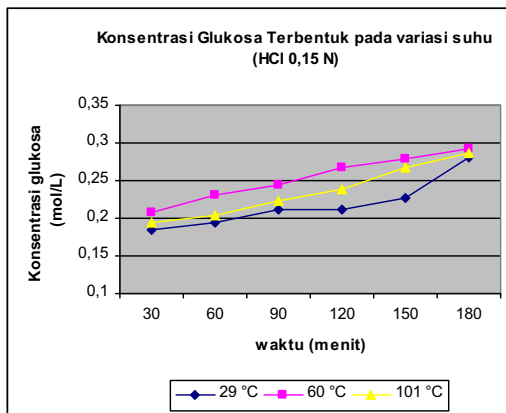
## Hasil dan Pembahasan

Kadar pati yang didapat dari analisa kadar pati adalah sebesar 18,009g/25g kulit pisang. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar pati pada kulit pisang raja kering adalah 72,04%.

Hasil penelitian pengaruh suhu terhadap berat glukosa reduksi yang dihasilkan pada bahan baku yang digunakan, yaitu kulit pisang dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 2 berikut.

Tabel 2. Konsentrasi Glukosa Reduksi (mol/L) Kulit Pisang pada Berbagai Variasi Suhu

| Suhu Operasi | $C_A$ (mol/L) |          |          |           |           |           |
|--------------|---------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|              | 30 (mnt)      | 60 (mnt) | 90 (mnt) | 120 (mnt) | 150 (mnt) | 180 (mnt) |
| 29 °C        | 0,184         | 0,194    | 0,212    | 0,212     | 0,226     | 0,280     |
| 60 °C        | 0,208         | 0,230    | 0,244    | 0,268     | 0,279     | 0,292     |
| 101 °C       | 0,194         | 0,204    | 0,224    | 0,239     | 0,268     | 0,286     |



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara waktu hidrolisa (t) dengan konsentrasi glukosa yang diperoleh (Ca)

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu reaksi, makin cepat pula jalannya reaksi. Kadar glukosa tertinggi dicapai pada saat proses hidrolisis dilakukan dengan suhu operasi 60°C. Hal ini dikarenakan reaksi hidrolisis merupakan reaksi endotermis sehingga memerlukan panas untuk dapat bereaksi. Tetapi, jika suhu terlalu tinggi, maka katalis (HCl) akan menguap yang mengakibatkan melambatnya reaksi hidrolisis tersebut yang juga akan berakibat pada konsentrasi glukosa yang diperoleh.

Pada penelitian Gusmawarni dkk. (2009) hidrolisis optimum pada suhu 120°C, hal ini dimungkinkan sebab bahan yang dipakai adalah bonggol pisang yang tergolong lignoselulosa dengan kandungan lignin dan hemiselulosa cukup tinggi. Untuk mengkonversi lignoselulosa menjadi glukosa diperlukan proses penghilangan lignin (delignifikasi) sehingga akan diperoleh senyawa selulosa

Hasil penelitian juga menunjukkan bertambahnya waktu reaksi mengakibatkan glukosa yang terbentuk semakin banyak. Kondisi ini terjadi pada semua perlakuan variasi suhu, hal ini sesuai dengan dasar teori (Supranto, 1998). Namun bila diamati kenaikan glukosa yang terbentuk pada menit 180 cenderung mulai konstan. Hal ini menunjukkan reaktan sudah hampir terkonversi semua menjadi glukosa.

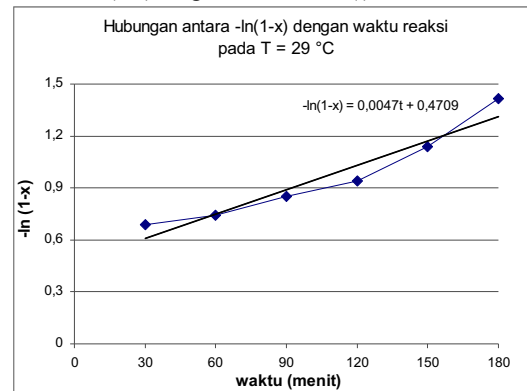
#### Kinetika Reaksi Hidrolisis.

Konversi pati menjadi glukosa pada hidrolisis kulit pisang pada variasi suhu disajikan pada tabel 3.

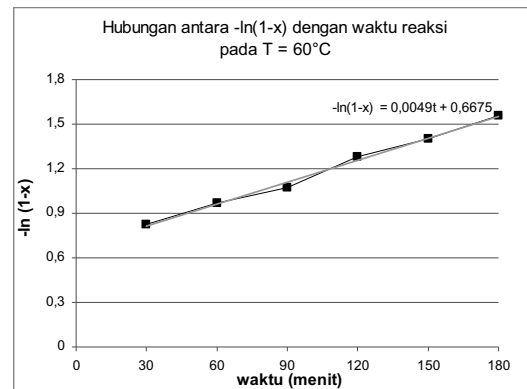
**Tabel 3. Konversi Reaksi pada Variasi Suhu**

| Suhu Operasi | x (konversi reaksi) |          |          |           |           |           |
|--------------|---------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|              | 30 (mnt)            | 60 (mnt) | 90 (mnt) | 120 (mnt) | 150 (mnt) | 180 (mnt) |
| 29 °C        | 0,497               | 0,194    | 0,573    | 0,610     | 0,679     | 0,757     |
| 60 °C        | 0,561               | 0,621    | 0,658    | 0,723     | 0,754     | 0,789     |
| 101 °C       | 0,523               | 0,552    | 0,606    | 0,646     | 0,723     | 0,771     |

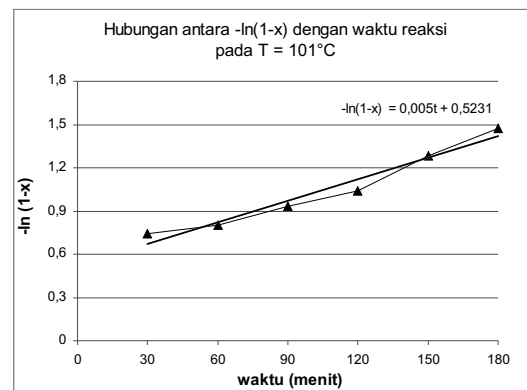
Untuk mendapatkan persamaan (4) pada masing-masing variasi suhu, maka dibuat grafik hubungan antara  $-\ln(1-x)$  dengan waktu reaksi (t)



**Gambar 3.** Hubungan Antara  $-\ln(1-x)$  dengan Waktu Reaksi pada T = 29°C



**Gambar 4.** Hubungan Antara  $-\ln(1-x)$  dengan Waktu Reaksi pada T = 60°C



**Gambar 5.** Hubungan Antara  $-\ln(1-x)$  dengan Waktu Reaksi pada T = 101°C

Dengan menggunakan persamaan (4) pada masing-masing suhu seperti tampak pada gambar 3, 4 dan 5 serta dilakukan regresi linier didapatkan harga konstanta kecepatan reaksi ( $k'$ ) dan C yang berbeda tiap suhu.

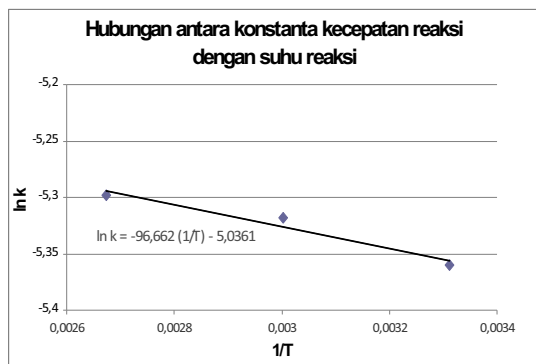
**Tabel 4. Harga C dan k' pada Berbagai Suhu**

| Suhu   | C      | Harga k' |
|--------|--------|----------|
| 29 °C  | 0,4709 | 0,0047   |
| 60 °C  | 0,6675 | 0,0049   |
| 101 °C | 0,5231 | 0,005    |

Untuk mendapatkan nilai k sebagai fungsi suhu maka dibuat plot grafik antara  $\ln k'$  dengan  $1/T$ , sesuai persamaan (5) :

$$k' = A \cdot e^{-E_A/RT}$$

$$\ln k' = \ln A - \frac{E_A}{R} \left( \frac{1}{T} \right) \quad (6)$$



**Gambar 6.** Hubungan antara konstanta kecepatan reaksi dengan suhu reaksi

Dengan menggunakan garis linier didapat suatu persamaan garis yang dapat dipakai untuk menghitung nilai k fungsi suhu sesuai persamaan (5) sebagai berikut :

$$k' = 6,499 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-96,662/T}$$

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi suhu operasi yang digunakan maka kadar glukosa juga akan semakin meningkat sampai suhu optimum.
2. Suhu operasi optimum yang dicapai adalah 60 °C. Kondisi optimum yang didapat berlaku pada kondisi berat bahan baku 25 gram, kecepatan pengadukan 350 rpm, perbandingan berat bahan baku dan volume pemasakan 1:10, waktu hidrolisa 180 menit.
3. Pada penelitian ini diperoleh konstanta kecepatan reaksi hidrolisa kulit pisang yang dapat dinyatakan dengan persaan berikut:

$$k' = 6,499 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-96,662/T}$$

Persamaan ini berlaku untuk kisaran suhu antara 29 °C – 101 °C

### Daftar Notasi

$C_A$  = Konsentrasi Pati, mol/Liter  
 $C_B$  = Konsentrasi Air, mol/Liter  
 $C_{AO}$  = Konsentrasi pati mula- mula, mol/Liter  
 $T$  = Temperatur, °K  
 $n$  = Orde reaksi

$x$  = Konversi reaksi yang menyatakann perbandingan jumlah glukosa hasil reaksi dengan jumlah pati mula-mula

$t$  = Waktu, menit

$k'$  = Konstanta kecepatan reaksi, menit<sup>-1</sup>

### Daftar Pustaka

- BeMiller, J. N., 1965, Acid hydrolysis and other lytic of starch. In: R.L Whistler and E. F. Paschal (eds)., *Stach: Chemistry and technology, fundamental aspect*, vol. 1495 – 520, Academic Press.
- Groggins, P.H., 1958, “*Unit Process In Organic Synthesis*”, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Gusmarwani, S.R., Budi, M.S.P., Sediawan, W.B., Hidayat, M., (2009), Pengaruh Suhu Pada Hidrolisis Bonggol Pisang Dalam Rangka Pembuatan Bioetanol, *Prosiding Seminar Tjipto Utomo 2009*, hal B6.1-7.
- Gusmarwani, S.R., Budi, M.S.P., Sediawan, W.B., Hidayat, M., (2009), Pengaruh Perbandingan Berat Solid dan Waktu Reaksi Terhadap Glukosa Terbentuk Pada Hidrolisis Bonggol Pisang Untuk Pembuatan Bioetanol, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2009*, hal ETU18-5
- Indrawati, Y., 2009, “*Hidrolisis Sagu Menjadi Glukosa*”, Pekanbaru: Universitas Riau
- Levenspiel, O., 1972, “*Chemical Reaction Engineering*”, 2<sup>nd</sup>. John Willey and Sons Inc, New York
- Kirk, R.E and Othmer,D.F.,1950, “*Encyclopedia of Chemical Technology*”, *The Interscience Encyclopedia Inc.*, New York
- Kirk, R.E and Othmer,D.F.,1983, “*Encyclopedia of Chemical Technology*”, *The Interscience Encyclopedia Inc.*, New York
- Matz, S.A., 1970, “*Sereal Technology*”, The Avi Publishing. Co.Inc., West Port, Connecticut
- Sudarmadji, S., “*Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*”, Ed 4, Liberty, Yogyakarta
- Suprpti, L., 2005, “*Aneka Olahan Pisang*”, Kanisius, Yogyakarta
- Supranto, 1998, “*Proses Industri Kimia II*”, Teknik Kimia FT UGM, Yogyakarta
- Tewari, H. K., Marwaha S. S and. Rupal K, 1986, Ethanol from Banana Peels, *Agriculture wastes*, p. 135-146
- , 2011, *Pisang*, <http://id.wikipedia.org>, 17 Januari 2011
- , 2009, *Produksi Buah-buahan di Indonesia*, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), 16 juli 2010
- ,2009, *Produksi Buah-buahan menurut Provinsi*, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), 16 juli 2010